专题：科技促进农业供给侧结构性改革
Science & Technology Promoting Agricultural Supply-side Structural Reform

秸秆综合利用与秸秆产业发展*



朱立志

中国农业科学院农业经济与发展研究所 北京 100081

摘要 我国是秸秆生产大国，提高秸秆利用率实质上等于提高了农业资源的产出率。必须把秸秆当作农产品一样看待，在收储运等产业链环节上下功夫，把秸秆产业做大做强。我国目前尚未得到利用的秸秆如果能被充分利用，相当于增加了21%—27%的农业资源。我国地域辽阔，秸秆利用模式不能千篇一律，即使是同一地方也要多样化。要借鉴国外秸秆综合利用的政策和措施，重视技术集成创新，建立有效的秸秆收储运体系，制定并落实秸秆综合利用的扶持政策，全面开展秸秆资源量调查，编制秸秆综合利用规划，注重政策法规的落实，有效利用国际碳基金，并将秸秆利用纳入新农村建设环境评估奖励体系。

关键词 秸秆产业，大农产品观念，循环增值

DOI 10.16418/j.issn.1000-3045.2017.10.011

我国既是粮食生产大国，也是秸秆生产大国。然而，长期以来我们只注重农作物果实而忽视农作物的秸秆。我国每年有3亿多吨秸秆白白腐烂和焚烧，这其实是白白浪费了生产3亿多吨秸秆的耕地、淡水和其他农业投入品等资源。因此，大力发展秸秆产业，提高秸秆利用率，实质上等于提高了耕地、淡水等资源的产出率。

秸秆产业是一个新兴产业，它以秸秆为纽带，将秸秆收集与生态种养（秸秆肥料化、饲料化、基料化）、秸秆能源化（沼气、直燃发电）和秸秆材料化（作为工业原料）有机衔接，加固了农业循环经济的链条，拓展了农业产业的发展空间，增加了农民收入和农业发展的可持续性。鼓励和引导秸秆产业的发展，对于提高我国农业资源综合利用水平，保护生态环境，加快农业循环经济和低碳农业发展具有重要意义。在现代农业条件下，我们必须树立大农产品观念，把农作物秸秆当作农产品一样看待，在收储运、循环利用以及市场服务等产业链环节上下功夫，把秸秆产业做大做强。

*资助项目：中国农业科学院科技创新工程（ASTIP-AED-2017-07），国家自然科学基金（71173221）
预出版日期：2017年8月30日

1 我国农作物秸秆发生量及综合利用情况

农业部2009年首次全国性秸秆资源调查与统计（迄今尚无新的调查与统计）显示，

2009年中国作物秸秆理论资源量为8.20亿吨（风干，含水量为15%）（MOA, 2010）。其中稻草约为2.05亿吨，占理论资源量的25%；麦秸为1.50亿吨，占18.3%；玉米秸为2.65亿吨，占32.3%；棉秆为2 584万吨，占3.2%；油料作物秸秆（主要为油菜和花生）为3 737万吨，占4.6%；豆类秸秆为2 726万吨，占3.3%；薯类秸秆为2 243万吨，占2.7%。

农业部全国性秸秆资源调查与统计还显示，2009年中国作物秸秆可收集资源量为6.87亿吨，其中作为肥料使用量约为1.02亿吨（不含根茬还田，根茬还田量约1.33亿吨），占可收集资源量的14.78%；作为饲料使用量约为2.11亿吨，占30.69%；作为燃料使用量（含秸秆新型能源化利用）约为1.29亿吨，占18.72%；作为种植食用菌基料量约为1 500万吨，占2.14%；作为造纸等工业原料量约为1 600万吨，占2.37%；废弃及焚烧约为2.15亿吨，占31.31%。

由此可见，我国秸秆废弃与露天焚烧问题仍然相当突出。目前焚烧的作物秸秆主要是小麦、水稻和玉米秸秆三大类。秸秆焚烧的区域主要集中在粮食主产区、经济发达地区和大中城市郊区。大面积露天焚烧秸秆危害很大，滚滚浓烟不仅增加了碳排放，还对大气环境产生巨大的污染和危害；此外，烟雾弥漫亦导致航空交通经常受阻、交通事故增多和火灾事故频繁发生等诸多社会问题，造成了人民生命财产的严重损失。同时，秸秆露天焚烧不仅造成了生物资源的浪费，还破坏了农田微生物群落，导致土壤养分循环不畅、理化性能变坏。

2 我国秸秆综合利用的效益分析

2.1 我国秸秆综合利用效益的理论评估

目前，我国每年生产6亿多吨粮食，同时也生产了约8亿吨秸秆，其中约有3亿吨秸秆白白腐烂和焚烧，这就等于白白浪费和消耗了生产3亿吨秸秆的耕地、淡水和其他农业投入品等资源[1]。如果这3亿吨秸秆通过农业系统内部的循环重新经过生产过程并加以利用，就等于增加了大约3/(6+8)（约21%）的农业资源。

一般来说，如果物质单元经过每一级生产后还能为下一级所利用的利用率为r，1个物质单元的原始资源经过n级循环利用后相当于资源量y，那么y的计算公式如下：

$$y=1+r+r^2+r^3+\cdots r^n=(1-r^n)/(1-r) \quad (1)$$

由于r小于1，当n很大时，可以用$1/(1-r)$表示y的值。

因此，如果我国目前尚未得到利用的3亿吨秸秆能被多级充分循环利用，1个单元农业资源就转变成了$1/(1-21\%)=1.27$单元，相当于增加了27%的耕地、淡水和其他农业投入品等资源；如果在生产结构保持不变的情况下，就等于增加了27%的产出效益。当然，实际情况一般在21%—27%之间。例如，简单地秸秆还田只能带来21%左右的资源增加效果，如果秸秆用来做畜禽养殖业的饲料，其带来的资源增加效果就一定会大于21%甚至接近27%。这类典型案例已经出现在浙江、福建和江苏一带，这些地方的秸秆价格也因此被提到了每吨几百元，明显增加了农民的收益。

可以看出，秸秆中的物质单元的循环利用可以带来价值增值，即产生了循环增值效应。物质单元的循环利用率越高，其循环增值就愈为明显。单个循环增加输出的效果未必十分明显，但一个系统中多个子系统的多级循环带来的整体效应就十分突出了。而且，不单是价值得以循环增值，由于秸秆资源化利用产生的替代效应，减少了化肥农药等农业生产资料的施用，进而导致生产化肥农药等农业生产资料的原始资源的开采与加工生产也会大量减少；同时，伴随着废弃物的资源化利用，农业系统内部资源的永续利用性就越大、环境污染就越小，必将有力地推动农业可持续发展[2]。

2.2 我国秸秆综合利用主要模式的效益分析

2014年12月18日，农业部和浙江省签署了《共建现代生态循环农业试点省合作备忘录》，其中秸秆生态循环农业作为重要工作内容。2013年本课题组在浙江省

进行了秸秆资源化利用调研，本文以这次的调查资料为依据，对几个秸秆资源化主要模式（由于调查时间的限制，有一些模式尚未调查）的效益进行量化分析。

2.2.1 秸秆还田效益

秸秆旋耕还田一般要增加机械操作费用（包括人工费用）每吨大约80元，同时，秸秆还田后需配施秸秆腐熟剂每吨大约40元。这样，1吨秸秆全量还田的费用大约为120元。

秸秆还田的收益主要是秸秆还田所带来的作物增产收益，因为一般化肥施用量短期内很少变动，量化分析时可暂不考虑替代化肥的收益。浙江省的调查数据显示，秸秆全量还田模式下水稻每亩增产大约30千克，小麦每亩增产大约15千克，按平均谷草比和2013年市场价格估算，1吨秸秆直接还田带来的作物增收大约为110元。

综上所述，1吨秸秆全量还田模式下成本费用比增产收益高出10元。可以看出，仅从经济效益上看农户是不愿意实施秸秆还田的，这还没有包括农户自家秸秆的市场折价费用成本。但考虑到秸秆全量直接还田是提高耕地质量的有效模式，尤其在常年积温较高的地区，因此政府应出台扶持政策激励农户秸秆全量直接还田。

2.2.2 秸秆饲料效益

这次调查以秸秆氨化饲料养牛为案例。秸秆氨化饲料可采用氢氧化铵处理，利用碱和氨与秸秆发生碱解和氨解反应，破坏连接与多糖木质之间的酯键，如纤维素，半纤维素经过化学反应被破坏分解，并增加了氮元素，能够促进反刍畜瘤胃内微生物的大量繁殖，从而提高了秸秆的可消化性。

据调查，1吨秸秆收储运费用（包括秸秆收购费用）大约为200元、粉碎及储存费用大约为16元、人工及设备费用大约17元、氨化所需尿素费用为80元。因此，1吨秸秆在制氨化饲料过程中的费用大约为313元。同时，调查数据显示，1吨秸秆通过氨化处理替代饲料可收益大约1 030元。

综上所述，1吨秸秆通过氨化饲料所带来的效益大约为717元。

2.2.3 秸秆沼气效益

由于沼气集中供气是未来的发展方向，因此这次浙江省的调查选择集中供气的秸秆沼气项目为对象。

调查显示，1吨秸秆收储运费用（包括秸秆收购费用）大约为200元、投料发酵前粉碎及搅拌处理费用大约为17元、腐熟添加剂大约为12元、人工费用大约为16元。这样，1吨秸秆在制沼气的过程中大约花费245元。1吨秸秆可产气250立方米，按1.2元/立方米收取沼气使用费，则收益为300元。同时，沼渣和沼液可用来肥田，沼液还可以杀虫，调查显示，1吨秸秆所产生的沼渣和沼液可带来70元左右的收益。这样，1吨秸秆通过制沼气可创收370元。

综上所述，1吨秸秆通过制沼气所带来的效益大约为125元。

2.2.4 秸秆发电效益

秸秆直燃发电需经历秸秆收储运、秸秆粉碎、与其他材料混合、燃烧炉燃烧等过程，最终将秸秆的生物质能转化为电能，并产生灰渣等副产物。

调查显示，1吨秸秆的收储运费用（包括秸秆收购费用）大约为200元、机械粉碎及传输费用大约为12元、人员及设备费用大约为95元。这样，1吨秸秆的发电费用大约为307元。秸秆发电的收益包括发电量收益和副产物（灰渣）收益。调查得知，由于秸秆发电可享受国家优惠政策，其上网电价为0.75元/度，即1吨秸秆发电的收益大约为450元。另外，1吨秸秆燃烧产生副产物草木灰的收益为30元。这样，1吨秸秆发电的主副产品收益大约合计为480元。

综上所述，1吨秸秆发电所带来的效益大约为173元。

2.2.5 各种主要模式综合评价

以上调查的结果大致反映了秸秆还田、秸秆沼气、秸秆饲料和秸秆发电的效益大小。通过比较可以看出，

秸秆通过饲料过腹还田的效益最高，因此，秸秆饲料化应该是秸秆资源化的一个高效模式。由于目前这方面的潜力还没有充分发挥，各地还应加大政府扶持力度。调查发现，一些地方已经出台了相关政策，如秸秆青贮氨化池补助70元/立方米，相关机械设备每台补贴在几百元不等。

值得一提的是，秸秆膨化后作为饲料的效果会更好，应该大范围推广。所谓秸秆膨化饲料，就是秸秆通过设备膨化后，再通过菌种进行发酵，将废弃的秸秆转化为富含营养的高品质生物饲料用于牛、羊、鹿、鹅、猪的养殖，可产生巨大的经济效益、社会效益和生态效益，是投资小、效益高、利国利民的好项目。而且，秸秆膨化饲料营养丰富，对膨化、发酵秸秆营养指标与干玉米秸秆营养指标对比检测显示，粗蛋白分别提高6.75%和8.77%；粗脂肪分别提高67.65%和1.84倍；纤维组分中的木质素分别降低了48.65%和50.09%。膨化饲料与秸秆切粉、揉丝、青贮、黄贮、氨化等传统秸秆饲料相比，具有柔软细嫩、适口性好、营养丰富以及利用（消化）率和采食率大幅提高等特点。此外，由于采用包膜机打包密封厌氧发酵，不仅确保秸秆发酵品质好，而且经压缩包裹后体积缩小（直径0.5米、高0.6米的圆柱体，单体重量80千克左右），保存期可长达2年，使膨化饲料的贮存、使用和运输都十分便利。从经济上来看，秸秆膨化饲料加工和包装费用每吨100元，收购秸秆费用每吨100元，成本合计200元，目前市场售价约为400元/吨，每吨可获利200元左右，如果销售到发达地区，价格可达到700元以上，效益更加可观。

秸秆能源化的两个模式中，虽然秸秆沼气比秸秆直燃发电的效益偏低一些，但以村为单位的秸秆沼气集中供气工程不存在秸秆直燃发电所遇到的秸秆收集半径过大问题。同时，考虑到沼渣沼液是很好的肥料，沼液还有杀虫效果，如果从农业可持续发展和生态环境效益的角度，应该首选秸秆沼气项目。秸秆沼气应以集中供气工程为主，便于可持续性维持。据调查，一般年产沼气量达40万立方米（可替代290吨标准煤），年消耗秸秆1 500吨，可集中供应农户500家的秸秆沼气集中供气工程；不过，这需建900万立方米的储气罐，投入约450万元，包括设备、管网、管理用房等的建设，设计使用年限为30年，折算为每吨秸秆处理的设备费约用为100元。因为秸秆沼气集中供气工程以生物质可再生能源替代煤炭，是低碳环保工程，各地政府应该大力支持。调查中发现，秸秆沼气集中供气工程基本上都由政府全额扶持，有些地方给予80万—100万元补贴。

秸秆全量直接还田是常年积温较高地区提高耕地质量的有效模式，因此不能仅仅认为是负的经济效益就不提倡；相反，政府应出台扶持政策激励农户秸秆全量直接还田。调查发现，一些地方已经落实了相关政策，对新购买的大中型秸秆还田机补贴0.15万元/台，对新购买的小型秸秆还田机补贴0.05万元/台；对农作物收割低留茬作业（留茬标准低于10厘米，并将秸秆切碎还田，综合利用率达85%以上）的村补贴5元/（熟·亩）；对新购买的秸秆粉碎装置（与联合收割机配套使用）补贴0.15万元/台。

此外，应该注意的是，我国地域辽阔，每个地方的具体情况千变万化，秸秆资源化模式不能千篇一律。即使是同一地方，模式也要多样化，要积极提倡多途径的网状复合集成模式，达到最高的总体效益。

3 国外秸秆综合利用措施

3.1 秸秆还田

实施秸秆还田，促进保护性耕作，是国外最常见的秸秆循环利用途径。20世纪30年代，美国发生“黑色风暴”，美国人首先在西部地区进行了秸秆还田保护性耕作的研究和应用。20世纪30—40年代，采用秸秆覆盖法，控制了西部大草原的风蚀。

澳大利亚农业生产大多采用免耕、少耕等秸秆覆盖保护性耕作技术。旱作农业区田间耕作多数用翼形铲代

替了铧式犁，进行不翻动土壤的浅松作业，疏松地表5—10厘米的土壤，这样既可切断上茬作物和杂草的根系，又可疏松土壤，利于新茬作物的生长，还降低了生产成本。秸秆还田覆盖已成为澳大利亚可持续农业生产的重要措施之一[3]。

加拿大85%耕地位于西部的大草原地区，为了减少风蚀、水蚀，加拿大采取了少耕耕作体系和免耕耕作体系，促进秸秆还田。1996年，23%的大草原耕地实施了少耕耕作体系，12%的耕地实施了免耕耕作体系。1996年，加拿大保护性耕作面积达495.5万公顷，占该国耕地面积的12%[3]。

目前日本水稻秸秆主要用于还田，约占76.2%，包括翻入土中直接还田（约占61.5%）、堆肥还田（约占10.1%）和焚烧还田（约占4.6%）。

政府重视是保护性耕作快速发展的保障。在示范推广之初，大部分国家都是通过项目支持或者政策扶持引导农民采用保护性耕作技术，国家对购买保护性耕作机具的农民给予一定的补贴。美国成立“国家土壤保护局”，设立专项经费用于研究、示范、推广保护性耕作技术，联邦立法规定高侵蚀土地必须采用保护性耕作；加拿大将保护性耕作列入土壤保持政策；澳大利亚在推广保护性耕作初期，对农民购买免耕播种机给予50%的补贴，对改进机具、技术示范、人员培训给予70%的补助，还在税收、农机用油等方面给予一定的优惠政策；巴西将保护性耕作列为国家一项农业政策；墨西哥对购买保护性耕作机具给予20%以上的购机补贴；欧洲启动了“生命计划”，用于支持保护性耕作技术研究与示范，这些政策的实施，使得近20年保护性耕作得到大规模的推广应用[4]。

3.2 秸秆饲料

秸秆是草食性家畜重要的粗饲料来源。据专家测算，1吨普通秸秆的营养价值平均与0.25吨粮食的营养价值相当。但未经处理的秸秆不仅消化率低、粗蛋白质含量低，而且适口性差，单纯饲喂这种饲料，牲畜采食量不高，难以满足维持需要。而经过青贮、氨化等科学处理，秸秆的营养价值可以大幅度提高，是秸秆饲料化的主要技术途径。

早在20世纪80年代，美国西部已大规模推广将稻草、麦秸、高粱秆等农作物秸秆进行氨化处理，制出营养价值很高的氨化秸秆饲料新技术。其方法是将农作物秸秆铡碎后放进密闭的烘干室里，室内温度控制在75℃—80℃之间；再将无水氨用一定压力注入烘干室，让氨和秸秆饲料在烘干室内密闭两天；当秸秆饲料把氨全部吸收后即成氨化秸秆饲料。据测定，这种氨化秸秆饲料的蛋白质含量比没有氨化处理的秸秆饲料提高了30%，饲料可消化物达到50%，从而提高了秸秆饲料的营养价值。

目前日本也采用水稻秸秆作为粗饲料养牛，约占11.6%；其余水稻秸秆用来制作畜栏用草垫，约占6.5%，最后草垫再作为有机肥料还田。

3.3 秸秆发电

秸秆是一种很好的清洁可再生能源。国际能源机构的有关研究表明，每2吨；当秸秆的热值相当于1吨；当标准煤，燃烧时产生的SO_2和CO_2量低，具有显著的能源效益和环境效益。目前秸秆发电技术的开发和利用已经引起世界各国政府和科学家的关注。许多国家都制定了相应的计划，如日本的“阳光计划”、美国的“能源农场”、印度的“绿色能源工厂”等，它们都将生物质秸秆发电技术作为21世纪发展可再生能源的重点工程。国际上最为著名的秸秆发电案例是丹麦秸秆发电[5]。

丹麦是世界上首先使用秸秆发电的国家。丹麦BWE公司率先研发秸秆生物燃烧发电技术，迄今在这一领域仍保持世界最高水平。在该公司的技术支持下，丹麦1988年建成了世界上第一座秸秆生物燃烧发电厂。位于丹麦首都哥本哈根以南的阿维多发电厂建于20世纪90年代，被誉为全球效率最高、最环保的热电联供电厂之一。

为了鼓励秸秆发电等可再生能源的发展，丹麦政

府制订了财税扶持政策。对于秸秆发电、风力发电等新型能源，丹麦政府免征能源税、二氧化碳税等环境税，并且优先调用秸秆产生的电和热，由政府保证它们的最低上网价格。政府还对各发电运营商提出明确要求，各发电公司必须有一定比例的可再生能源容量。1993 年，政府与发电公司签订协议，要求每年燃用秸秆及碎木屑140万吨。另外，丹麦从 1993 年开始对工业排放的 CO_2 进行征税并将税款用来补贴节能技术和可再生能源的研究。

目前丹麦已建立了130多家秸秆生物发电厂，还有一部分烧木屑或垃圾的发电厂也兼烧秸秆。秸秆发电等可再生能源占到全国能源消费量的 24% 以上，丹麦靠新兴替代能源由石油进口国一跃成为石油出口国。丹麦的秸秆发电技术现已走向世界，并被联合国列为重点推广项目。根据丹麦最新能源计划，到 2030 年，即使那时石油和天然气资源枯竭，丹麦也能够保持其在能源方面的自足。届时，其能源构成的目标是：风能 50%，太阳能 15%，生物能和其他可再生能源 35%。其中生物能主要指的是秸秆发电。

4 秸秆产业发展对策建议

秸秆产业的效益可概括为：提高了 2 个安全性、产生了 2 个正外部性。提高了 2 个安全性是指：（1）增加了粮食作物秸秆的附加值，增加了农民的收入，进一步带动了农户的种粮积极性，提高了我国的粮食安全性；（2）增加了资源及能源供给，提高了我国的资源及能源安全性。产生了 2 个正外部性可表述为：（1）减少了农业废弃物的污染，尤其是秸秆燃烧造成的污染，同时增加了有机肥，逐渐会减少化肥施用造成的面源污染，将产生减污的正外部性；（2）增加了清洁能源和资源的供给，替代了化石资源的使用，产生了节能减排的正外部性。同时，秸秆产业为农民带来了新的价值增长点、增加了新的就业机会，繁荣了农业与农村经济。因此，建议政府尽快完善政策体系，加大推动力度。

4.1 重视技术集成创新，积极开展示范工程建设

优先安排资金，重点支持秸秆收集储运和综合利用技术与设备的集成创新开发项目；建立秸秆综合利用科技示范基地，通过技术培训、宣传咨询，有组织、有计划地加大示范应用力度，提高秸秆资源化的可操作性。要提高技术设备的劳动生产率以减少人工费用，降低技术设备的生产成本以降低购买价格，从而提高农户和企业参与秸秆资源化的积极性。

4.2 建立有效的秸秆收集与储运体系，消除秸秆产业化瓶颈

由于秸秆资源相对比较分散，体积质量小且容易腐烂，秸秆的收集、运输和储存较为困难，加上从事秸秆收集与储运的个人和组织行为都不够规范，使得秸秆原材料的质量、数量和价格等方面得不到稳定的保障，从而导致收集与储运的原材料物流环节成为制约秸秆资源化利用的瓶颈。基层政府应尽快引导农民以专业合作组织的形式参与秸秆的物流环节，像对待常规农产品一样，建立秸秆的收集与储运规范体系，为实现农民和企业的利益双赢创造良好的社会环境。

4.3 制定并落实秸秆综合利用的扶持政策，建立激励补偿机制

加大秸秆还田补贴、秸秆青贮补贴、秸秆沼气菌种费补贴、秸秆反应堆技术补贴等方面的实施力度；将秸秆资源化利用的新型机械设备如秸秆膨化饲料机械设备纳入农业机械购置补贴范围，并加大对秸秆机械化还田作业的补贴力度；对秸秆资源综合利用企业按照秸秆利用量进行补贴，以增加秸秆收购价的提升空间，进一步调动农户供应秸秆的积极性。对相关企业给予信贷支持，采取退（免）税等优惠措施；实施秸秆加工用电价格补贴优惠政策，用电应按照农业用电收费，即减少一半。

4.4 全面开展秸秆资源量调查

长期以来，由于对秸秆利用的重视程度不够等原因，尽管有关部门和专家开展了一些调查和分析工作，

但仍存在着秸秆资源不清、利用现状不明等问题。应在农业部2009年首次全国性秸秆资源调查与统计的基础上再次全面开展秸秆资源调查，进一步摸清秸秆资源潜力和利用现状。

4.5 编制秸秆综合利用规划，提高秸秆资源化的可持续性

在秸秆资源调查基础上，根据资源分布情况，合理确定适宜本地区的秸秆综合利用方式（饲料、肥料、能源、食用菌基料和工业原料等）、数量和布局，设定发展目标。秸秆综合利用规划要提出相应的保障措施和支持政策，要体现加强秸秆转化利用技术的研发与集成，加快成果转化和推广等具体的科技支撑内容。

4.6 注重政策法规的落实，扩大宣传教育

鉴于目前我国秸秆露天焚烧的现象还占一定比例，建议相关部门严抓政策法规的落实。不仅要对露天焚烧秸秆的当事人进行处罚，还要对责任领导干部进行追究，因为露天焚烧秸秆严重的地区一般都是秸秆利用途径不畅的地方，这与领导干部的组织管理直接相关。政府的引导具有关键作用，应通过各种途径提高全民，尤其是省、自治区、直辖市级政府官员和企业家的环境意识，要把秸秆真正作为资源来看待，增强其参与秸秆产业的能力和投资热情。各方形成合力，使市场的开发潜力形成真正的、有效的市场。同时，各级政府要把秸秆综合利用作为推进节能减排、发展循环经济、促进生态文明建设的一项工作内容，纳入政府目标管理责任制，制定、落实政策[6]。

4.7 有效利用国际碳基金，充分融入国际资金流

秸秆的资源化利用可以减少露天焚烧，直接降低碳排放；秸秆的能源化利用可以替代化石能源，肥料化利用可以替代化肥，这些都会产生间接降低碳排放的效果；秸秆直接还田和间接还田（如通过饲料过腹还田、通过食用菌基料分解、通过沼渣沼液还田等），是增加土壤碳汇的有效手段。因此，有关部门要为秸秆综合利用项目如何申请利用国际碳基金提供支持和方便，尤其是促使其能够尽快得到补贴反馈，增加资金流量，提高企业扩大再生产的积极性。

4.8 对接垃圾处理政策，将秸秆资源化利用纳入新农村建设环境评估奖励体系

秸秆废弃物造成环境污染，秸秆资源化利用大大促进了农田和农村环境的改善，建议参照城市垃圾处理的补贴方式对秸秆资源化利用进行额外补贴；在新农村建设中建立环境评估奖励制度，并依此对秸秆资源化利用村落进行奖励[7]。

参考文献

1 朱立志. 价值链条是循环经济有效运行的保障. 农经, 2015, (6): 79.

2 朱立志. 价值循环理论. 经济与管理论丛, 2014, (2): 15-19.

3 王长生, 王遵义, 苏成贵, 等. 保护性耕作技术的发展现状. 农业机械学报, 2004, 35 (1): 167-169.

4 李安宁, 范学民, 吴传云, 等. 保护性耕作现状及发展趋势. 农业机械学报, 2006, 37(10) : 177-180, 111.

5 朱立志, 冯伟, 邱君. 秸秆产业的国外经验与中国的发展路径. 世界农业, 2013, (3): 114-117.

6 朱立志, 冯伟. 秸秆产业——一个被忽视的潜在大产业. 中国农业信息, 2012, (18): 26-28.

7 朱立志, 邱君. 农业废弃物循环利用. 环境保护, 2009, (8): 8-10.

Straw Utilization and Industrial Development

Zhu Lizhi

（Institute of Agricultural Economics and Development, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081, China）

Abstract China is the largest producer of straw, improving utilization of straw is substantially equal to raise the yield of agricultural resources. Straw should be treated as same as agricultural products, working on the collection, storage and other industrial chain links to make the straw industry bigger and stronger. If the not utilized straw could be fully recycled, an increase of 21%–27% of agricultural resources would be reached. Straw using patterns cannot be the same in China's vast area, even in the same place, they should be diversified. We should learn policies and measures of straw utilization from other countries and emphasis on innovation of technology integration, establish an effective system of collection-storage-transportation, develop and implement support policies, carry out a comprehensive survey of straw resources, compile straw utilization planning, focus on the implementation of regulations, use international carbon funds effectively, and put the straw utilization in environmental assessment reward system of the new rural building.

Keywords straw industry, concept of big agro-products, value-added cycle

朱立志　中国农科院农业资源环境经济与政策创新团队首席科学家，农业经济与发展研究所高级研究员、博士生导师。德国波恩大学农业经济专业博士。兼任中国国外农业经济研究会副会长、《全国农业可持续发展规划（2015—2030年）》专家撰写组负责人、中国绿色农业服务联盟副主席、农业部工程建设项目评估专家、农业部农业环境污染咨询委员会委员、北京大学中国信用研究中心特邀研究员、世行亚行中国项目咨询专家、*Asian Agricultural Research* 期刊编委。E-mail: zhulizhi@caas.cn

Zhu Lizhi Chief Scientist of the Innovation Team for Agricultural Resources and Environmental Economic Policies of Chinese Academy of Agricultural Sciences (CAAS), Senior Researcher of the Institute of Agricultural Economics and Development in CAAS, Vice President of China's Foreign Agricultural Economic Research Council, Vice President of China Green Agriculture Service Alliance, Member of Environmental Pollution Advisory Committee of Ministry of Agriculture, Distinguished Researcher at the Chinese Credit Research Center of Peking University, Member of the Editorial Board of *Asian Agricultural Research*. E-mail: zhulizhi@caas.cn